Grafika Komputerowa i Komunikacja Człowiek-Komputer

Data zajęć: — Data oddania: 28.01.2019
Termin zajęć: Pon. TP 9:15 Prowadzący zajęcia: Mgr inż. Szymon Datko

Sprawozdanie nr 6 - Projekt

Jakub Majewski 238902

---

1. Opis tematu

Temat: Renderowanie obiektów 2D i 3D w przeglądarce z użyciem biblioteki WebGL.

Zrealizowane zadania:
1. wyrenderowanie obiektu 2D z użyciem obiektu 'canvas',
2. wyrenderowanie obiektu 3D w kształcie sześciennego pudełka,
3. nałożenie tekstury na wyrenderowany obiekt 3D,
4. wyrenderowanie oteksturowanego czworościanu foremnego,
5. wyrenderowanie dywanu Sierpińskiego w 3D (kostki Sierpińskiego).

2. Opis najważniejszych fragmentów kodu

1. Tworzenie obiektu typu 'canvas' w pliku .html.

```
<body>
  <!-- ... -->
  <canvas id="glcanvas" width="500" height="500" style="border:
  ↪  1px solid #66666D; background-color: #545469;">
    Brak wsparcia dla elementu HTML5 typu canvas
  </canvas>
  <!-- ... -->
</body>
```

2. Inicjalizacja parametrów WebGL, shaderów oraz tablic wierzchołków i ścian renderowanych obiektów.

```
function runWebGL () {
  gl_canvas = document.getElementById("glcanvas");
  gl_ctx = gl_getContext(gl_canvas);
  gl_initShaders();
  gl_initBuffers();
  gl_setMatrix();
  gl_draw();
}
```

3. Przykładowy shader wierzchołków w języku GLSL.

```
attribute vec3 position;
attribute vec3 color;

uniform mat4 PosMatrix;
uniform mat4 MovMatrix;
uniform mat4 ViewMatrix;
uniform float u_timev;

varying vec3 vColor;

void main(void) {
  gl_Position = PosMatrix * ViewMatrix * MovMatrix *
  ↪  vec4(position, 1.);
  gl_Position.x += 0.25 * cos(4.0*u_timev);
  gl_Position.y += 0.25 * sin(4.0*u_timev);
  vColor = color;
}
```

4. Przykładowy shader fragmentów w języku GLSL.

```
precision mediump float;

uniform float u_time;

varying vec3 vColor;

vec3 rgb2hsv(vec3 c) {
    vec4 K = vec4(0.0, -1.0 / 3.0, 2.0 / 3.0, -1.0);
    vec4 p = mix(vec4(c.bg, K.wz), vec4(c.gb, K.xy),
    ↪  step(c.b, c.g));
    vec4 q = mix(vec4(p.xyw, c.r), vec4(c.r, p.yzx),
    ↪  step(p.x, c.r));

    float d = q.x - min(q.w, q.y);
    float e = 1.0e-10;
    return vec3(abs(q.z + (q.w - q.y) / (6.0 * d + e)), d /
    ↪  (q.x + e), q.x);
}

vec3 hsv2rgb(vec3 c) {
    vec4 K = vec4(1.0, 2.0 / 3.0, 1.0 / 3.0, 3.0);
    vec3 p = abs(fract(c.xxx + K.xyz) * 6.0 - K.www);
    return c.z * mix(K.xxx, clamp(p - K.xxx, 0.0, 1.0), c.y);
}

void main(void) {
  vec3 hsv = rgb2hsv(vColor);
  hsv.r += abs(sin(u_time));
  vec3 col = hsv2rgb(hsv);
  gl_FragColor = vec4(col, 1.);
}
```

5. Funkcje odpowiedzialne za inicjalizację shaderów i załączenia ich do aplikacji.

```
// Funkcja tworząca nowy shader
function getShader(source, type, typeString) {
  var shader = gl_ctx.createShader(type);
  gl_ctx.shaderSource(shader, source);
  gl_ctx.compileShader(shader);
  if (!gl_ctx.getShaderParameter(shader,
   ↪  gl_ctx.COMPILE_STATUS)) {
    alert('error in' + typeString);
    return false;
  }
  return shader;
};

// Funkcja inicjalizująca i załączająca shadery
function gl_initShaders () {
  var vsCode = "..."; // Kod shadera wierzchołków
  var fsCode = "..."; // Kod shadera fragmentów
  var shaderProgram = gl_ctx.createProgram();

  // Tworznie pojedynczych shaderów i łączenie ich w jeden duży
  gl_ctx.attachShader(shaderProgram, getShader(vsCode,
   ↪  gl_ctx.VERTEX_SHADER, "VERTEX"));
  gl_ctx.attachShader(shaderProgram, getShader(fsCode,
   ↪  gl_ctx.FRAGMENT_SHADER, "FRAGMENT"));
  gl_ctx.linkProgram(shaderProgram);

  // Tworzenie nowych uniformów oraz referencji do nich
  _uniformMyPos = gl_ctx.getUniformLocation(shaderProgram,
   ↪  "my_pos");
  //... reszta atrybutów

  // Tworzenie nowych atrybutów oraz referencji do nich
  _attrPosition = gl_ctx.getAttribLocation(shaderProgram,
   ↪  "position");
  gl_ctx.enableVertexAttribArray(_position);
  //... reszta atrybutów

  // Załączenie skonfigurowanego shadera do silnika WebGL
  gl_ctx.useProgram(shaderProgram);
}
```

6. Funkcje tworzące tablice wierzchołków i ścian obiektu o kształcie sześcianu.

```
function defineCubeVertices(x, y, z, size) {
  var xs = x+size;
  var ys = y+size;
  var zs = z+size;
  var vertices = [
    // Bottom
    x,y,zs,    0,0,0,
    x,y,z,    0,0,1,
    xs,y,z,    0,1,0,
    xs,y,zs,  0,1,1,
    // Top
    x,ys,zs,  1,0,0,
    x,ys,z,    1,0,1,
    xs,ys,z,  1,1,0,
    xs,ys,zs,  1,1,1,
  ];
  return vertices;
}

function defineCubeFaces(firstVertexIdx) {
  var faces = [
     4, 7, 6, 6, 5, 4, // Top wall
     0, 1, 5, 5, 4, 0, // Left
     1, 2, 6, 6, 5, 1, // Back
     2, 3, 7, 7, 6, 2, // Right
     0, 3, 7, 7, 4, 0, // Front
     0, 1, 2, 2, 3, 0, // Bottom
  ];

  for (var i = faces.length - 1; i >= 0; i--) {
    faces[i] += firstVertexIdx;
  }

  return faces;
}
```

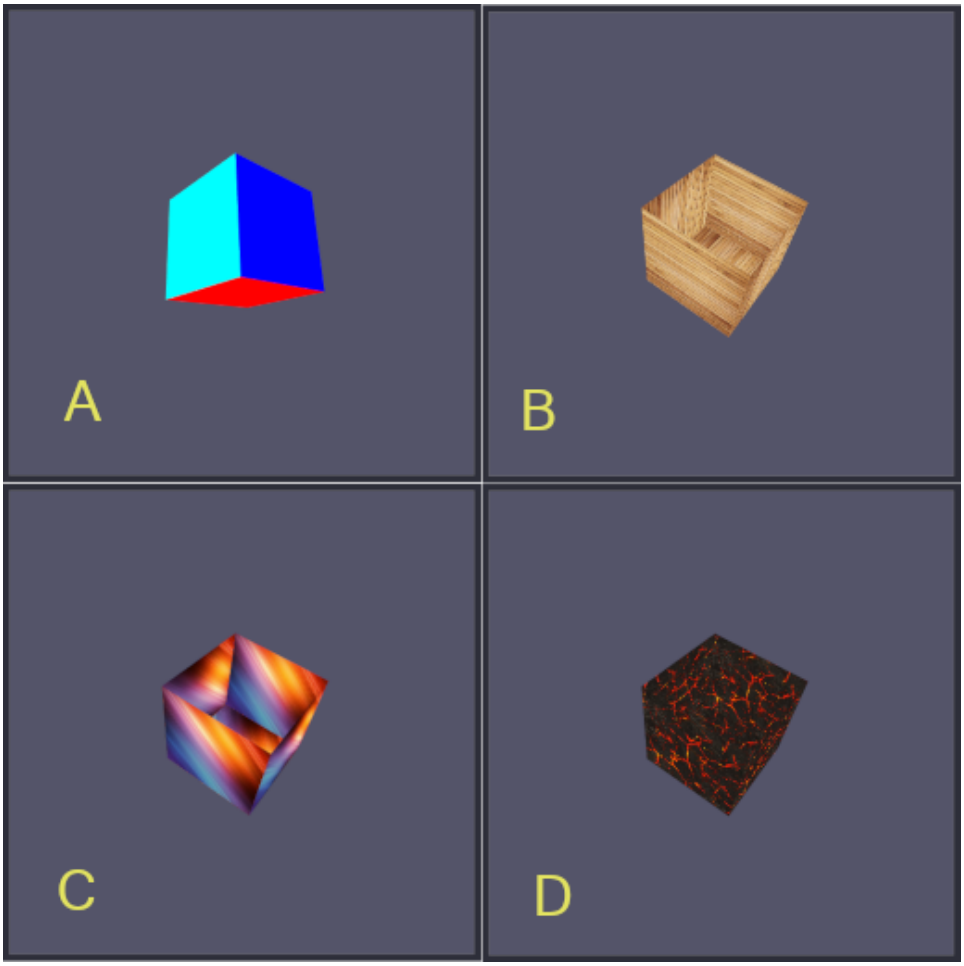
7. Funkcje odpowiadające za stworzenie tablicy wierzchołków oraz ścian dla kostki Sierpińskiego o podanej wielkości i poziomie rekurencji.

```
SIERPINSKI_FILLED_CUBES = [[0,0,0], [1,0,0], [2,0,0], [0,1,0], [2,1,0], [0,2,0], [1,2,0], [2,2,0],  [0,0,1], [2,0,1], [0,2,1], [2,2,1],  [0,0,2], [1,0,2], [2,0,2], [0,1,2], [2,1,2], [0,2,2], [1,2,2], [2,2,2]];

function rSierpinski(x, y, z, size, lvl, maxLvl, vertices, faces) {
  if (lvl != maxLvl) {
    size = size / 3;
    SIERPINSKI_FILLED_CUBES.forEach(function(vec){
      rSierpinski(x+size*vec[0], y+size*vec[1], z+size*vec[2], size, lvl+1, maxLvl, vertices, faces);
    });
  }
  else {
    var newFaces = defineCubeFaces(vertices.value.length / 6);
    var newVertices = defineCubeVertices(x, y, z, size);

    newVertices.forEach(function(vertex) { vertices.value.push(vertex); });
    newFaces.forEach(function(face) { faces.value.push(face); });
  }
}

function sierpinski(size, n) {
  var xyz = -size/2;
  var vertices = {value: []};
  var faces = {value: []};

  if(n == 0) {
    vertices.value = defineCubeVertices(xyz,xyz,xyz,size);
    faces.value = defineCubeFaces(0);
  }
  else {
    rSierpinski(xyz, xyz, xyz, size, 0, n, vertices, faces);
  }
  return {
    vertices: vertices.value, faces: faces.value
  };
}
```

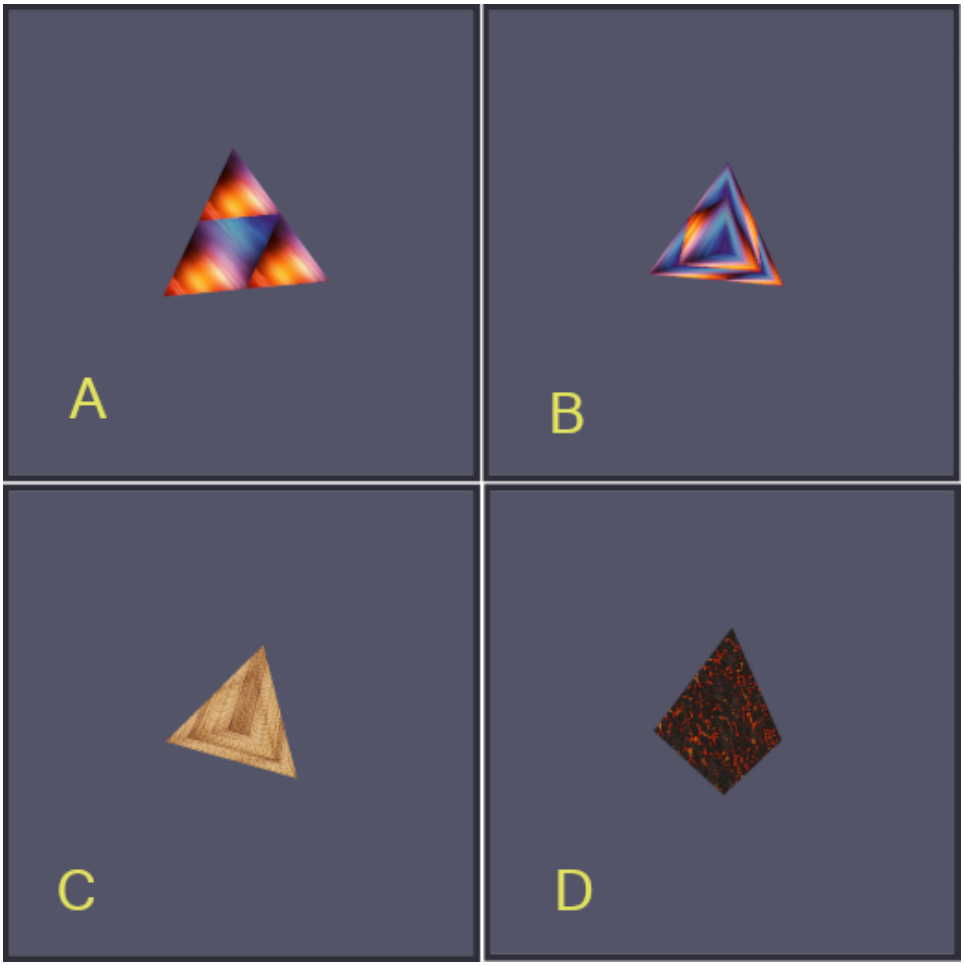
8. Funkcja inicjalizująca wyświetlanie oraz głowna pętla renderowania.

```
function gl_draw() {
  gl_ctx.clearColor(0.0, 0.0, 0.0, 0.0);
  gl_ctx.enable(gl_ctx.DEPTH_TEST);
  gl_ctx.depthFunc(gl_ctx.LEQUAL);
  gl_ctx.clearDepth(1.0);
  var timeOld = 0;

  // Funkcja pełniąca rolę pętli renderowania
  var animate = function (time) {
    var dAngle = rotationSpeed * (time - timeOld);
    timeOld = time;

    if (X) MATRIX.rotateX(_matrixMovement, dAngle);
    if (Y) MATRIX.rotateY(_matrixMovement, dAngle);
    if (Z) MATRIX.rotateZ(_matrixMovement, dAngle);

    gl_ctx.viewport(0.0, 0.0, gl_canvas.width,
     ↪  gl_canvas.height);
    gl_ctx.clear(gl_ctx.COLOR_BUFFER_BIT |
     ↪  gl_ctx.DEPTH_BUFFER_BIT);

    // Nadawanie wartości uniformom w shaderach
    gl_ctx.uniformMatrix4fv(_uniformMat4, false, mat4Value);
    gl_ctx.uniform1f(_uniformFloat, floatValue);
    //...

    // Ustawienie dla atrybutu referencji do pozycji
     ↪  wierzchołka w shaderze
    gl_ctx.vertexAttribPointer(_attrPosition, 3, gl_ctx.FLOAT,
     ↪  false, 4*(3+3), 0);
    //...

    gl_ctx.bindBuffer(gl_ctx.ARRAY_BUFFER, _verticesBuffer);
    gl_ctx.bindBuffer(gl_ctx.ELEMENT_ARRAY_BUFFER,
     ↪  _facesBuffer);
    gl_ctx.drawElements(gl_ctx.TRIANGLES, faces.length,
     ↪  gl_ctx.UNSIGNED_SHORT, 0);
    gl_ctx.flush();
    window.requestAnimationFrame(animate);
  };
  animate(0);
}
```

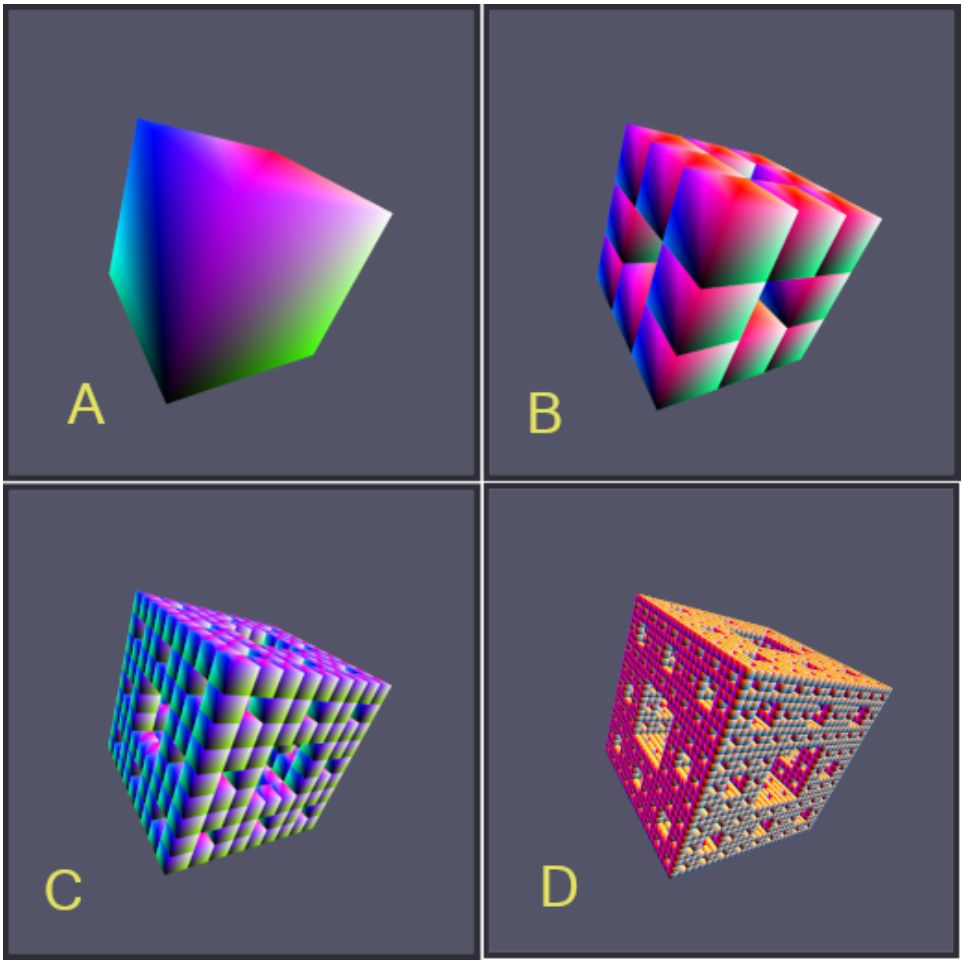
3. Rezultat pracy



Rysunek 1: Kostka z kolorowymi ścianami (A), oraz pudełko z nałożoną teksturą (B)(C)(D).



Rysunek 2: Czworościan foremny z nałożoną teksturą obserwowany od boku (A)(D) oraz z góry (B)(C).



Rysunek 3: Dywan sierpińskiego wyrenderowany w 3D o poziomie rekurencji równym kolejno: 0 (A), 1 (B), 2 (C) i 3 (D).

4. Spostrzeżenia i wnioski

Podczas wykonywania ćwiczenia znacznie rozwinąłem swoją wiedzę nie tylko w zakresie renderowania obiektów z użyciem biblioteki WebGL, ale również dowiedziałem się m.in. jak łączyć ze sobą frontend i backend na stronach internetowych. W realizacji zadania zastosowałem autorski algorytm generowania dywanu Sierpińskiego w 3D bazując na podstawie przygotowanych wcześniej konceptów. Na początku nie był on wystarczająco szybki. Implementacja algorytmu przeszła ok. 4 duże zmiany, tylko i wyłącznie w celach optymalizacyjnych. Pierwsza wersja implementacji powodowała kilkusekundowe opóźnienie ładowania się strony już na generowaniu kostki o poziomie rekurencji równym 2.